# 「国立天文台岡山天体物理観測所 188cm 望遠鏡 駆動系・制御系機能更新　一式」

# 仕様書

平成２４年８月１６日

自然科学研究機構
国立天文台
岡山天体物理観測所

目次

１．一般事項
１－１．　序・・・

３－６．周辺機構の駆動制御・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１２
４．試験及び検査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１２
４－１．副鏡焦点調整機構精度の確認・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１２
４－２．総合指向精度の確認・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１２
４－３．総合追尾精度の確認・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１２
４－４．総合微小角駆動精度の確認・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１２

## １．一般事項

### １－１．序

本仕様書は、国立天文台が発注する岡山天体物理観測所188cm望遠鏡 駆動系・制御系機能更新一式について述べる。契約に当たっては大学共同利用機関法人自然科学研究機構　製造請負契約基準を確守するものとする。

### １－２．納入場所

岡山県浅口市鴨方町本庄３０３７－５
国立天文台　岡山天体物理観測所

### １－３．納入期限

平成２５年3月２５日とする。

### １－４．支払い条件

代金は、検査に合格した日の属する月の末日を締め日とし、適法な請求書（以下「請求書」という)を受理後、翌月末日迄に自然科学研究機構事務局財務課から１回に支払う。

### １－５．提出書類

提出書類の文書名、数量、提出期限等は以下のとおりとし、提出は、電子媒体（CD-ROM）２部及び紙媒体１部で行う。ただし、電子媒体は、最終の提出書類を提出する時期に全ての提出資料をまとめて提出することとする。

表１．１

| 番号 | 文書名 | 数量 | 提出期間 | 提出先 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 工程表 | 3 | 契約後１５日以内 | 国立天文台 | |
| 2 | 検査確認書 | 3 | 検査実施後 | 国立天文台 | |
| 3 | 製作過程写真 | 3 | 随時 | 国立天文台 | |
| 4 | 完成図 | 3 | 納入時 | 国立天文台 | |
| 5 | 取扱説明書 | 3 | 納入時 | 国立天文台 | |
| 6 | 作業日報 | ※ | 週に１回と納入時にそれまでの日報をまとめたものを提出 | 国立天文台 | 週に１回提出する作業日報に関しては､PDFファイル等のメールまたはFAXによる提出も可とする。 |

※作業日報は週に１部を提出し、納入時にそれまでの日報をまとめたものを（電子媒体で）２部提出すること。

### １－６．使用部品および材料

本契約物品に使用する部品および材料は本仕様の要求を満たし、原則として以下に示すもののうち、容易に製造中止にならないものを選定するものとする。

イ）日本工業規格に準拠または相当品以上とする。
ロ）日本工業規格に規定されていないものについては、公の機関が認定している部品または受注者が社内標準品としている部品とする。

## １－７．電源入力条件

イ）周波数　　６０Ｈｚ
ロ）電圧等　　単相１００Ｖ ／２００Ｖ

## １－８．環境条件

イ）温度　　－１５℃～４０℃（観測床）、０℃～３０℃（制御室）
ロ）湿度　　相対湿度９５％以下

## １－９．完成検査

本仕様書、及び検査確認書に基づき、完成検査を受け、その合格をもって完成とする。

## １－１０．検査場所

検査は納入場所で行うものとする。

## １－１１．知的財産所有権等

本契約物品に使用する知的財産所有権等については受注者の責任において措置するものとする。

## １－１２．保証事項

本契約物品の保証期間は引渡後１年とする。保証期間中、受注者の調達した材料および設計・製作上の欠陥によって生じた故障・不具合については受注者の責任とし無償で修理または新品と交換を行う。修理または交換の選択は受注者の申し出に基づき国立天文台と協議してこれを決定するものとする。

## １－１４．仕様書の疑義

仕様書に疑義があるときは国立天文台と協議の上、国立天文台の決定に従う。

## １－１５．紛争の解決

本契約物品の契約期間中あるいは契約期間完了後において、国立天文台と受注者との間で紛争が生じた場合は、双方協議の上解決するものとする。

## ２．１８８ｃｍ望遠鏡改修に伴う調達仕様

### ２－１．概要

自然科学研究機構・国立天文台・岡山天体物理観測所（以下「天文台」）の 188cm 反射望遠鏡（英国グラブパーソンズ社製）は、頑丈なイギリス型赤道儀架台を備え、大型観測装置を搭載することのできる、国内でも稀少価値の高い観測設備である。そのため、開所以来 50 有余年の今日においても、国内の基盤観測設備の地位を保っているのみならず、我が国の光学赤外線天文学研究の発展になおも貢献し続けている。この間、天文学研究における時代の要請に応えるため、1988 年に大幅な改修を施し観測機能を向上させた。しかしながら、現代天文学研究の発展速度には目を見張るものがあり、望遠鏡の観測機能に対する要求は日々高度化している。前回の大改修から既に 25 年近くが経過した現在、188cm 望遠鏡の駆動系と制御系に大幅な改修を加え、再度の機能向上を図ることが、天文台における研究の発展にとって焦眉の急となっている。なかでも、これまで精力的に進められてきた太陽系外惑星系探索の一層の発展には、総合的な観測能率の向上がことさらに重要な課題である。今回、科学研究費補助金の配分を得て 188cm 望遠鏡に改修を加え､次の 25 年も重要な研究設備として存立させることを視野に入れつつ、観測能率さらには自動化率を最大限に高め、太陽系外惑星系探索の飛躍的発展に取り組むものである。

### ２－２．目的

本件は、国立天文台岡山天体物理観測所 188cm 反射望遠鏡の駆動に関わる駆動系ならびに制御系を改修し、要求仕様を満たす望遠鏡システムを実現することで、これまでに比べ飛躍的に安定した動作、かつ、大幅に高い指向精度ならびに追尾精度を実現し、観測の自動化率を向上させ、もって、188cm 反射望遠鏡による太陽系外惑星系の探索を格段に発展させることを主たる目的とする。

### ２－３．改修方針および改修目標

#### ２－３－１　改修方針

１）188cm 望遠鏡（以下「望遠鏡」という）の指向性能（安定性と精度）を向上させ、目標を達成するため以下の点を主体に改修する。

あ）赤経軸駆動機構

い）赤緯軸駆動機構

う）副鏡焦点調節機構

え）上記の機構を制御する制御系（ハードウェアならびにソフトウェア）

お）上記駆動機構に供給されるケーブル等

２）赤経と赤緯の両軸の軸受け、微動ギア系主要部分、粗動ギア系主要部分は既存のものを利用すること。

３）上記以外の周辺駆動機構（カセグレンローテータ駆動、主鏡カバー開閉機構、第三鏡カバー開閉装置）は、改修後も現在と同等の機能が維持されること。

### ２－３－２　改修目標

本調達による主たる達成目標は、指向精度と指向時間性能を向上させ、かつ、指向動作の安定性を向上させることである。それにより、望遠鏡の指向動作後に目的天体が直径１分角程度の観測装置視野内の中央付近に導かれ、迅速に観測を開始できる観測環境の獲得である。

### ２－３－３　備考

現在の 188cm 反射望遠鏡については、概要（資料１）、現行システム構成（資料 2）を参照のこと。

## ２－４　要求仕様

### ２－４－１　赤経軸、赤緯軸の駆動系制御

・粗駆動モード、微駆動モード、フリーモードを設定でき、安全、確実に切り替えができること。粗駆動モードは目的位置の近辺まで粗くだが高速に近づけるためのもの、微駆動モードは目的位置へ粗動より低速だがより精度よく合わせるためのもの、フリーモードは各軸まわりのモーメントのバランスを見るためのものである。
・駆動モード切り替え時間は、望遠鏡が停止した状態で 5 秒以内であること。
・赤経軸、赤緯軸の駆動には、それぞれ 3 段階の角速度モード（Quick, Slow, Fine と称する）を設定できること。
・角速度の Quick は粗駆動モード、Slow、Fine、および天体追尾は微駆動モードによること。
・3 段階の角速度モードにおける定速駆動時の角速度設定範囲および Quick での最大角加速度については、表 2-1 を参考にすること。これらの具体的な値は技術提案書に記載すること。
・定速駆動時の角速度および Quick での角加速度は設定範囲内で変更可能とすること。
・赤緯軸の微駆動は駆動範囲が有限（２－５－２節参照）であるため、赤緯軸が微駆動モードから粗駆動モードに切り替えられた時に、微駆動をストローク中央に戻すセルフセンター機能を有すること。また、微駆動の有限な駆動範囲の限界を検知して自動的に停止し、その旨を通知する機能を有すること。

表２－１

| 角速度モード | | 定速駆動時の角速度設定範囲 | 角加速度(上限) | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 粗駆動 | 赤経軸Quick | ０．１度角毎秒～４度角毎秒 | ２度角毎秒毎秒 | 指定した角速度で安定駆動できること。 |
| | 赤緯軸Quick | ０．１度角毎秒～４度角毎秒 | ２度角毎秒毎秒 | |
| 微駆動 | 赤経軸SlowとFine | ０．１秒角毎秒～６０秒角毎秒※ | | ※天体追尾に対する付加値。 |
| | 赤緯軸SlowとFine | ０．１秒角毎秒～６０秒角毎秒 | | 最小0.1秒角以下の相対駆動をできること。 |

1）指向駆動と制御：

・望遠鏡を現在位置から目的位置まで迅速かつ精度よく指向できること。以下に詳細を記す。

－ 地平高度１５度以上にある天球上の任意の位置から、地平高度１５度以上にある他の任意の位置へ迅速かつ精度よく望遠鏡を指向できること。

－ 迅速とは、望遠鏡が最初の位置で停止状態または天体追尾の状態から目的位置へ精度よく指向されるまでの時間が、各軸方向に 0.5 度角以上の離角Δ(度角)の場合には(30＋Δ/2)秒以下 、0.5 度角未満の場合には 30 秒以下であること。

－ 精度よく指向されたとは、指向動作終了時に、恒星時をＳＴ、望遠鏡の時角をＨＡ、赤道座標系での駆動系への命令値を（ＲＡ０、ＤＥＣ０）とするとき、原点較正された軸直結で読み取り精度 0.08 秒角のエンコーダ（天文台支給品）の読み値に基づく実位置（ＲＡ１＝ＳＴ－ＨＡ、ＤＥＣ１）と駆動系への命令値（ＲＡ０、ＤＥＣ０）の差が 0.1 秒角（RMS）以内であること。

－ 指向位置は時間的に後から受けた指令値を優先すること。

2）追尾駆動と制御：

・微駆動による天体の追尾とは、駆動系の動きを 0.1 秒角（RMS）以内の精度で、コントローラ（2-4-3 参照）が計算する天体の動きに合わせることとする。このとき、開ループ天体追尾モードにおいて 0.1 秒角（RMS）の精度で、駆動系への命令値とエンコーダの読み取り値が一致している状態を維持していること。

3）指向駆動から追尾駆動への連続的移行

・指向駆動完了の後に、駆動系への命令値とエンコーダの読み取り値の差を 0.1 秒角（RMS）以内に保ったまま追尾駆動に直ちに移行できること。

4）原点位置検出用角速度（２－４－４参照）

・粗駆動による 0.2 度角毎秒の角速度モードがあること。

## ２－４－２　副鏡焦点調整機構制御及び調整

188cm 望遠鏡はカセグレン焦点用とクーデ焦点用の二つの副鏡を有し、それらの副鏡を交換して焦点を切り替える。いずれの副鏡も重量はセルを含め約５０ｋｇ重である。この望遠鏡の焦点合わせは、副鏡を主鏡に対して前後動させることで行う。そのための焦点調整機構は以下を満たすこと。

・カセグレン焦点部、クーデ焦点部において、速やかに望遠鏡の焦点合わせができること。
そのため、以下の精度を有すること。

－ 指令値までの移動を 0.2～0.6 mm/sec の速度で、10μm 以内の相対位置精度で駆動すること。

－ 一方向に 1mm の移動に対して副鏡の面ブレが 1 秒角以下を目標とすること。

－ 移動の方向を反転させた時の面ブレは 3 秒角以下を目標とすること。

－ 駆動のストロークは 50 mm 以上あること。

・上記精度達成のため既存の焦点調整機構の改善が必要と判断した場合は、副鏡支持機構のサポートを含めて改良案を提案し、天文台と協議のうえ対処すること。

## ２－４－３　駆動制御システム

駆動制御システムは、望遠鏡の指向、追尾駆動を安定に実行し、周辺機構も安定に動作させるハードウェアを有し、操作性の優れたものとすること。さらに、次の１）～４）の要素を満たすこと。

１）集中制御装置（コントローラと呼ぶ、ソフトウェアも含む）

・赤経軸駆動機構、赤緯軸駆動機構、副鏡焦点調整機構、カセグレンローテータ駆動機構、主鏡カバー開閉機構、第三鏡カバー開閉装置の駆動、その他の入出力を制御する集中制御装置（コントローラ）を有するものとする。

・予備入出力のインターフェースと個数については技術提案書に記載すること。

・コントローラの機能について以下の点を満たすこと。

－ コントローラは、天文台が用意する外部計算機（ホストPC）から、 UNIX socket もしくは RS232C など既存の通信プロトコルに従うコマンド制御が可能であること。

－ ホストPCとコントローラの間で十分な通信速度を有すること。

－ 通信にて得られるステータスの内容、通信制御可能な動作の内容、通信プロトコルおよびコマンドセットの内容は技術提案書に記載すること。最終的な詳細は協議の上定めること。

－ 与えられた赤道座標系の座標値（ICRS2000）に対し、各種補正（歳差、章動、光行差、視差など）を加えた駆動系への命令値を計算し、エンコーダ値を参照してその位置へ望遠鏡を指向できること。

－ 大気差、器差の補正を取り込むことが可能であること。

－ 補正値は0.1秒角以上の精度で計算すること。

－ 各種補正の内容の詳細については協議の上で定めること。

－ コントローラが駆動系の制御に利用する時刻の精度は1ミリ秒より高いこと。

－ コントローラ予備一式を納品すること。

２）ハンドセット

・望遠鏡指向方向の調整のために、手動端末（ハンドセット）を備えていること。

・ハンドセットにはQuick、Slow、Fineの三種の速度切換、RA+/-およびDEC+/-、停止、カセグレンローテータの駆動が可能なボタンを設置すること。また、他に操作可能な制御要素は技術提案書に記載すること。

・ハンドセットは188cm望遠鏡ドーム内の複数個所で利用できること。但し、同時には一個所でもよいものとする。具体的な実現方法を技術提案書に記載すること。

・ハンドセットは当初から利用するもの1台、予備2台の計3台を納品すること。

３）電源、電源断と非常停止機構

・駆動系のモーター等の電源は、天文台が用意する既存の非常停止回路に接続された電源を利用すること。

・その他に必要となる電源の種類と供給方法（電源は天文台が用意）については技術提案書に記載すること。

・電源断の場合でもコントローラはその機能を維持すること。

・非常停止の動作あるいは不測の停電などによって電源が切断された場合、望遠鏡は現在位置で安全かつ確実に停止すること。

４）望遠鏡姿勢感知機構

・望遠鏡鏡筒に姿勢感知用のセンサー（水銀スイッチ等）を取り付け、望遠鏡の向いている方向が設定された危険高度以下になった場合にそれを感知し､即座に望遠鏡を停止させる機能を有すること。
・コントローラでセンサー感知状態を常にモニタできること。
・望遠鏡の保守時に必要な特別な姿勢（危険高度以下）については、セイフティスイッチまたはソフトウェアにおいて例外処理ができること。
・センサーの動作機構、望遠鏡停止の方法、復帰の方法については技術提案書に記載し、協議を行い決定するものとする。

５）赤経軸に対する鏡筒位置による制御の違いの扱い（望遠鏡東／西）

188㎝望遠鏡の架台はイギリス型赤道儀である。従って、天球上のどの位置に対しても二通りの望遠鏡の向け方（姿勢）が存在する。例えば北天の場合、一方の位置に対し赤経軸方向に180度角、赤緯軸方向に天の北極を通って2x(90-δ)度角離れた位置を与えることで他方の位置となる（δは天体の赤緯を度角の単位で表した値)。ここで、望遠鏡鏡筒が赤経軸の東側にあるときを「望遠鏡東」、西側にあるときを「望遠鏡西」とする。

・望遠鏡東と望遠鏡西のどちらの場合にも、駆動制御システムが正常に働くこと。

## ２－４－４　電源喪失時の復帰手順（原点位置情報の再取得）

赤経軸、赤緯軸ともに、天文台支給の回転位置角検出用エンコーダはインクリメンタルエンコーダであるため、電源喪失により原点位置情報を失った場合には、復電後、安全に原点位置情報の再取得（原点復帰作業）を進める必要がある。この原点復帰作業を目測でなく測定器を頼りに、駆動制御システムから（場合によってはネットワーク経由の遠隔操作で）実行し、望遠鏡を駆動制御可能な状態に復帰できること。そのために、次の事項が満たされていること。

・赤経軸、赤緯軸ともにアブソリュートエンコーダを備え（１０分角程度の分解能で可、軸に直結でなくても可)、駆動制御系から読み取れること。
・原点復帰作業時のため、粗駆動モードで0.2度角毎秒程度の角速度で駆動する機能があること。
・復電後の安全な復帰手順(遠隔操作含む)については技術提案書に記載すること。
・提示案に対して協議し、最適な方法を決定するものとする。

## ２－４－５　周辺機構の駆動制御

１）カセグレンローテータ駆動機構

・指定速度で連続駆動できること。
・回転位置制御は、0.1度角の精度で可能なこと。
・制御は望遠鏡制御系を介して行えること。具体的な更新案を技術提案書に記載すること。

２）主鏡カバー開閉機構

・主鏡カバー開、閉ともに、20秒以内に駆動できること。
・開閉の度合いの情報を取得できるものとする。
・制御は望遠鏡制御系を介して行えること。具体的な更新案を技術提案書に記載すること。

3）第三鏡カバー開閉装置

・第三鏡カバー開、閉ともに、15 秒以内に駆動できること。
・位置情報（開、閉のステータス）を取得できるものとする。
・制御は望遠鏡制御系を介して行えること。具体的な更新案を技術提案書に記載すること。

### ２－４－６　ケーブル配線

・各駆動機構からコントローラへの新たなケーブルの敷設を行い、端末処理を行う。
・AC100V、同軸 BNC ケーブル、LAN 用光ケーブルを各２本敷設配線する。
・ヘリウムガスパイプ（６本）の配管が必要なことを考慮し、その敷線方法・経路を技術提案書に記載すること。

## ２－５ 設計・製作条件

２－４の要求仕様を実現するに当たり、以下の条件のもと設計し製作を行うこと。

### ２－５－１　赤経軸駆動機構（ハードウェア）

・粗駆動には既存のスパーギヤを用いること。
・微駆動には既存のウォームギアとウォームホイールのセットを用いること。
・赤経軸の回転位置角の検出には天文台支給のインクリメンタルエンコーダ（ハイデンハイン社(HEIDENHAIN)社 ERA4280 40000 パルス）を軸に直結して使用すること。
・同インクリメンタルエンコーダ周囲の温度変化、温度非一様性に起因した回転位置角の読み値変動を極力抑えるため、読み取りヘッドの数・配置・支持構造に十分配慮すること。
・インクリメンタルエンコーダには防塵、防汚、温度安定化を目的としたカバーを設置すること。
・既存観測装置に有意な電磁的ノイズを与えないこと。
・微駆動用のクランプシューの摩耗をチェックし、必要に応じて交換すること。
・改造に伴い使用しない部品は受注者の責任で撤去し、廃棄すること。
・フリーモードの選択と解除（粗駆動モードへの移行）は南側架台に設置する押しボタンスイッチで行うこと。
・コントローラからフリーモードを解除し粗駆動モードへ移行できること。但し、コントローラからはフリーモードを選択できないこと。
・押しボタンスイッチの形式と設置場所は協議の上決定すること。

### ２－５－２　赤緯軸駆動機構（ハードウェア）

・粗駆動には既存のスパーギヤを用いること。
・微駆動には既存の赤緯軸タンジェンシャルスクリュー・フローユニットを用いること。
・赤緯軸の回転位置角の検出には天文台支給のインクリメンタルエンコーダ（ハイデンハイン社(HEIDENHAIN)社　ERA4280 52000 パルス）を軸に直結して使用すること。
・同インクリメンタルエンコーダ周囲の温度変化、温度非一様性に起因した回転位置角の読み値変動を極力抑えるため、読み取りヘッドの数・配置・支持構造に十分配慮すること。
・インクリメンタルエンコーダには防塵、防汚、温度安定化を目的としたカバーを設置すること。

・既存観測装置に有意な電磁的ノイズを与えないこと。
・微動用のクランプシューの摩耗をチェックし、必要に応じて交換すること。
・改造に伴い使用しない部品は受注者の責任で撤去し、廃棄すること。
・フリーモードの選択と解除（粗駆動モードへの移行）は望遠鏡鏡筒の先端付近に設置する押しボタンスイッチで行うこと。
・コントローラからフリーモードを解除し粗駆動モードへ移行できること。但し、コントローラからはフリーモードを選択できないこと。
・押しボタンスイッチの形式と設置場所は協議の上決定すること。

### ２－５－３　副鏡

・副鏡とそのセルは現有品を用いること。
・現有品のセルで要求仕様の達成が困難な場合には代替案を提案すること。
・さらに、要求仕様達成のため焦点調整機構の改善が必要と判断した場合は、副鏡支持機構のサポートを含めた改良案を提案し、天文台と協議の上対処すること。

### ２－５－４　予備品

・将来的に短期間のうちに入手が困難となり、かつ、代替品の入手も困難なことが予測される部品については、ある程度の数の予備を納入すること。納入内容は協議のうえ定めること。

## ３　契約範囲

### ３－１　赤経軸駆動機構

・要求仕様を満たすための駆動機構改造部品一式調達、及び取付・調整。

### ３－２　赤緯軸駆動機構

・要求仕様を満たすための駆動機構改造部品一式調達、及び取付・調整。

### ３－３　副鏡焦点調整機構

・要求仕様を満たすための駆動機構調整及び改造部品一式の調達、及び取付・調整。

### ３－４　上記の機構を制御する制御系（ハードウェア、ソフトウェア）

・要求仕様を満たすための駆動機構制御装置一式調達、及び取付・調整、及び制御システムソフトウエア一式。
・駆動機構制御装置一式：　集中制御装置、ハンドセット、非常停止機構、望遠鏡姿勢感知機構。
・ソフトウエア一式：　指向精度検証のための指向解析ソフトウェア（TPoint(TM)(英国 Tpoint Software 社製）を含む)。

### ３－５　駆動機構に供給されるケーブル等の敷設換え

・駆動機構と駆動制御装置間の適合ケーブル 1 式調達及びその敷設作業一式。
（AC100V、同軸 BNC ケーブル、LAN 用光ケーブルの敷設、配線を含む）

### ３－６　周辺機構の駆動制御

・カセグレンローテータ駆動機構、主鏡カバー開閉機構、第三鏡カバー開閉装置の制御に対する更新案の提出及び関連ソフトウエア１式。

## ４　試験及び検査

### ４－１　副鏡焦点調整機構精度の確認

・調整機構単体に副鏡相当の負荷をかけ、副鏡面が鉛直下向きと水平向きの場合に相当する姿勢を取った状態で、調整機構の駆動精度を確認する。

### ４－２　総合指向精度の確認

・実際の天体を使用して指向精度の解析を天文台が実施するが、受注者はその試験を支援し、精度内にあることを確認する。指向解析は本件で調達する TPoint(TM)（英国 Tpoint Software 社）を使用して行う。

・鏡筒に設置したガイド望遠鏡にて、天頂距離 60 度以内の範囲で計測した指向精度で 5 秒角（RMS）以下の指向精度を目標とする。ただし、この指向精度は、望遠鏡指向解析ソフトの結果を反映させた後の精度とする。

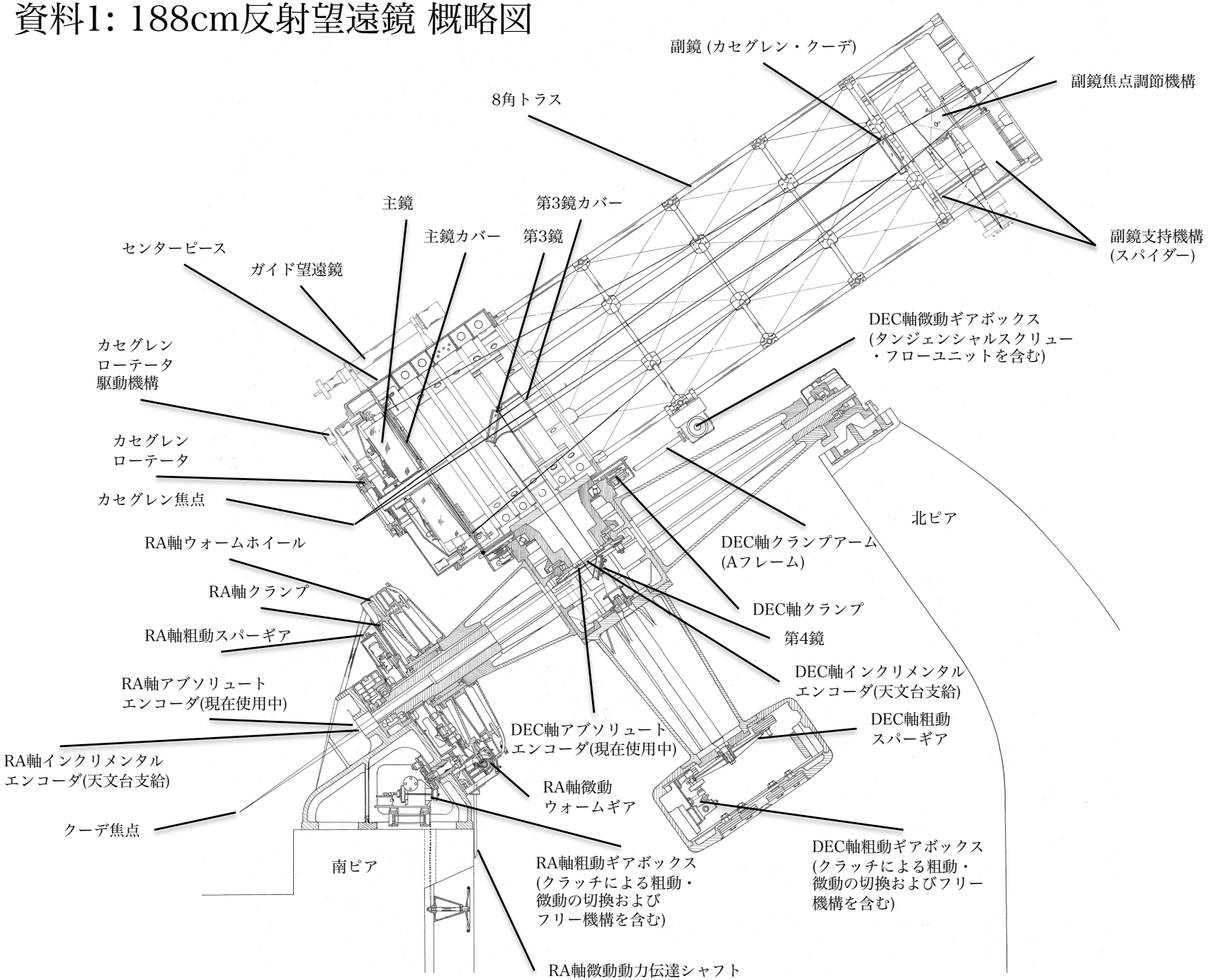
### ４－３　総合追尾精度の確認

・命令値とエンコーダ値の差の RMS が、オープンループで 3 分間にわたり 0.1 秒角以下であることを確認する。また、実際の天体を追尾して、星像位置の揺らぎに、改修前に比べて振幅の大きな周期的または非周期的な振動成分が見られないことを確認する。

### ４－４　総合微小角駆動精度の確認

・ガイド望遠鏡、主望遠鏡、それぞれの焦点面に取り付けた撮像装置（天文台側で用意）により、微小角駆動の指令値に対する星像位置の移動量を確認する。

# 資料1: 188cm反射望遠鏡 概略図



# 資料2: 188cm反射望遠鏡 現行システム構成

国立天文台岡山天体物理観測所 188cm反射望遠鏡は、1960年、イギリスのグラブ・パーソンズ社によって建設された。有効直径188cmの主鏡と3種類の副鏡を取替えることによりクーデ、カセグレン、ニュートンの3焦点を使用できる。架台はイギリス式赤道儀で、天体の方向と高度によって、極軸を挟んで、鏡筒を東側あるいは西側に変更して使用する。これまでの改修によって、駆動モーターやエンコーダ、配線、赤経軸の粗動軸など一部の駆動系と制御系は更新されているが、ギア系やその機構など多くの部分が建設時のまま使用されている。188cm望遠鏡の大まかなスペックは表1の通りである。

現在、赤経軸、赤緯軸共に、粗駆動、微駆動、フリーの3つの駆動モードをもち、クラッチおよびクランプ機構で、その切換を行っている。粗駆動は各軸1台のモーターを使い、最大速度1度毎秒、最大加速度2度/秒/秒にて運用されている。赤経軸の微駆動は恒星時モーターを含む3台を動力として、ウォームホイールとウォームギアを使い、赤緯軸の微駆動は2台のモーターを動力として、タンジェンシャルスクリューとフローユニットを使い、低速駆動および天体の追尾を行なっている。また、赤経軸、赤緯軸および主鏡ミラーカバー、副鏡焦点調整機構、カセグレンローテータはアブソリュートエンコーダによって、その位置を測定している。第3鏡は開閉のステータスのみ取得している。

これら駆動系は望遠鏡から制御室へ配線され、岡山観測所で独自に開発したチップマイコンボードによって制御している。観測者の使用するホストPCからの命令は、RS-232C規格の通信プロトコルで、このボードを経由して行われる。

マニュアル操作を行う制御卓は、ドーム制御の機能と共に、188cm望遠鏡ドーム内、2階の東西の昇降床、制御室、1階の観測室にそれぞれ備えている(図1参照)。ハンドセットは観測室、制御室、望遠鏡カセグレン焦点部付近で使用できるようにセンターピースに接続ポートが用意されている。

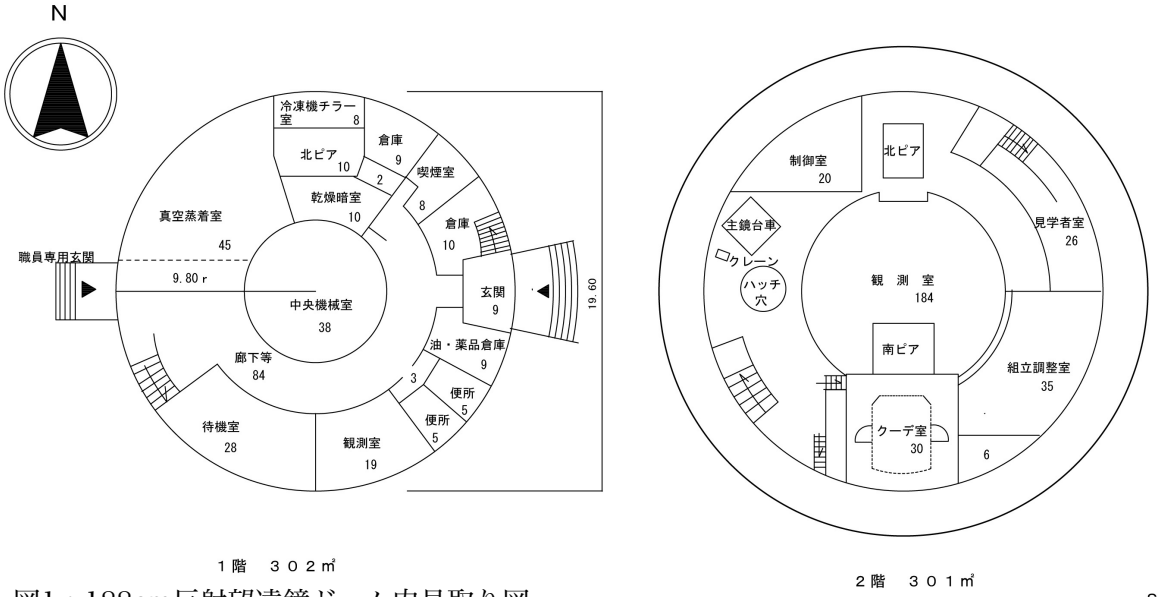



図1：188cm反射望遠鏡ドーム内見取り図

S＝１：２５０

表1: 188cm反射望遠鏡スペック

| | |
|---|---|
| **望遠鏡駆動系** | |
| マウント | イギリス式赤道儀 |
| 重量 | 50 トン |
| 鏡筒 | センターピース +<br>8角トラス (全長9 m) |
| **主鏡** | |
| 外径 | 1930.4 mm |
| 焦点距離 | 9.15m (F/4.9) |
| 材質 | パイレックス |
| 厚み | 27 cm |
| 重量 | 1.7 トン |
| **クーデ副鏡<br>カセグレン副鏡** | |
| 材質 | 溶融水晶 |
| 外径 | 507.88 mm |
| 重量 | 34 kg |
| クーデ焦点距離 | 54.29 m |
| カセグレン焦点距離 | 33.85 m |
| **ニュートン副鏡** | |
| 材質 | 溶融水晶 |
| 外径 | 533.4 mm |
| 重量 | 41 kg |
| ニュートン焦点距離 | 9.15 m |